

LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

DRÄNERING AV BYGGNADSGRUNDER

av

John Sandsborg

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP
AVDELNINGEN FÖR HYDROTEKNIK
STENCILTRYCK NR 92

UPPSALA 1976

ISBN 91-7088-656-3

Dränering av byggnadsgrunder

Av John Sandsborg

	Sid.
1. Några grundläggande hydrologiska och hydrotekniska begrepp	1
2. Ytvattenavledning kring en byggnad	2
2.1. Allmänt	2
2.2. Ytvattenavrinning från en byggnad och dess omgivningar	3
2.3. Ytvattenavledning från en byggnad till allmän avloppsanläggning, till självdränerande jordskikt eller till spillvattenledning	4
3. Dränering invid och under en byggnad	5
3.1. Allmänt	5
3.2. Dräneringsvattenavrinningen från en byggnads närmaste omgivningar	6
3.3. Genomsläppligheten hos olika material i en byggnadsgrund	6
3.4. Vattenförhållandena hos genomsläppliga till mycket genomsläppliga material i en byggnadsgrund	8
3.5. Vattenförhållandena hos måttligt genomsläppliga material i en byggnadsgrund	9
3.6. Vattenförhållandena hos svår genomsläppliga material i en byggnadsgrund	10
3.7. Dränerande skikt, dräneringsfilter	10
3.8. Kapillärbrytande skikt	12
3.9. Dränerande och samtidigt kapillärbrytande skikt	13
3.10. Material kring dräneringsledning	13
3.11. Dräneringsledning	14
3.11.1. Allmänt	14
3.11.2. Dimensionering för hållfasthet	15
3.11.3. Rördimension vid s.k. standarddränering	16
3.11.4. Dräneringslednings förläggning kring och under en byggnad. Stabilitetsproblem. Tjälisolerande skikt	16
3.12. Dränering vid och under en byggnad med källare	21
3.13. Dränering vid och under en byggnad med ventilerat utrymme under bottenbjälklag	23
3.14. Dränering vid och under en byggnad vars grundkonstruktion består av platta på mark	23
3.15. Dräneringsexempel: Anordningar för ytvattenavledning och dränering vid en byggnad med duplikatsystem	24

1. Några grundläggande hydrologiska och hydrotekniska begrepp

De viktigaste former av vatten, vilka kan påverka en byggnad vid och under markytan, är ytvatten, infiltrations- eller sjunkvatten, grundvatten och kapillärvatten. Till grundvatten i vidsträckt mening räknas såväl permanent grundvatten som sprickvatten, dvs. det sekundära grundvatten, vilket tillfälligt kan uppkomma i spricksystemet hos en kohesionsbenägen jordarts torrskorpa (t.ex. hos styv lera, se fig. 1b).

Fig. 1 visar i princip de olika vattenformerna tillsammans med exemplifiering av några i dräneringssammanhang använda grundläggande begrepp.

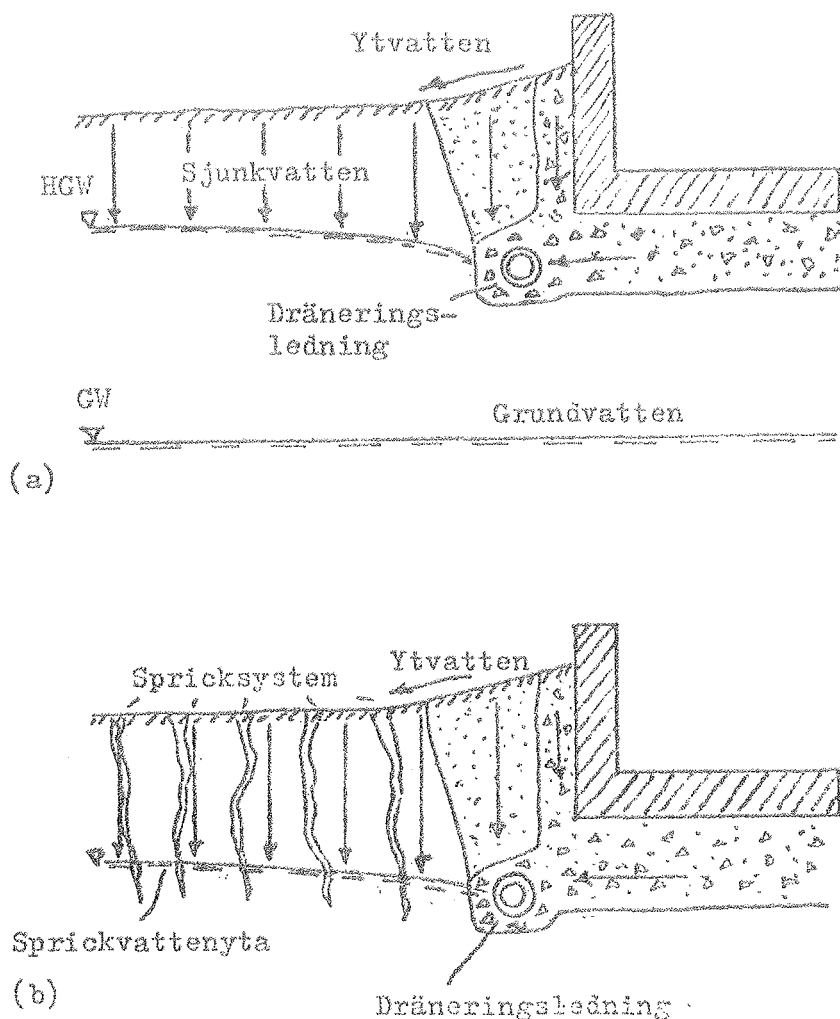


Fig. 1. Principfigur visande olika former av vatten, som påverkar en byggnad vid och under markytan samt exemplifiering av några i dräneringssammanhang grundläggande begrepp: (a) hos måttligt genomsläppliga jordarter (t.ex. normalmorän); (b) hos svårgenomsläppliga jordarter (t.ex. styv lera). Efter SBN 32:22, 1973.

Med grundvatten menas vatten i jord eller berg, vars hydrostatiska tryck är större än eller lika med atmosfärstrycket. Begränsas det permanenta grundvattnet uppåt av ett för vatten svärigenomsläppligt lager säger man, att grundvattnet är instängt; saknas sådan övre begränsning kallar man det fritt. Grundvattenytan, GW, är det permanenta grundvattnets övre gräns. Denna motsvaras för instängt grundvatten av den piezometrisk stighöjden, dvs. vattnets stignivå, i ett i marken neddrivet rör. Grundvattenytan varierar, och den sannolikt högsta förekommande grundvattenytan, vad gäller permanent grundvatten, HGW, kan exempelvis fås med ledning av långtidsobservationer.

Kapillärvatten är det vatten i jord eller berg, vars bindning och rörelse huvudsakligen regleras av ytspänningskraften.

Med självdrenerande jord menas sådan jord, som kan uppta och avleda för lokalen normala nederbördsmängder.

Övre kapillär höjd vid stigning motsvarar den högsta höjd till vilken vatten kapillärt kan transporteras vid stigande kapillär gränsvatten-luft.

Aggressivt vatten benämnes vatten, som har förmågan att angripa betong (även metaller). Aggressiviteten beror i de flesta fall på förekomsten av klorid eller sulfat i vattnet.

2. Ytvattenavledning kring en byggnad

2.1. Allmänt

Invid en byggnad bör marken ges en sådan lutning eller förzes med sådana anordningar för uppsamling och bortledning av ytvatten, att detta ej stannar kvar och förorsakar skada på huskroppen. Bestämmande för marklutningen från husväggarna blir då bl.a. terrängens lutningsförhållanden kring byggnaden, markens genomsläpplighet samt eventuellt förekommande ytvattenavledningsanordningar i den berörda huskroppens närhet.

Normalt skall marklutningen från en byggnad inom ett avstånd av minst 3 m från dess väggar ej vara lägre än 1:20 (SBN 32:22, 1973). Har

marken liten genomsläpplighet och om ett terrängavsnitt avbördar sitt ytvatten mot huskroppen fordras för ytvattnets avledning anordning av brunnar eller avskärningsdiken. Avskärningsdike kan vara öppet eller täckt och förläggs vanligen vid tomtgräns eller vid väg.

Verkan av sättningen i marken kring en byggnad måste tas i beaktande i samband med återfyllnad av jord och genomförd markplanering runt densamma.

2.2. Ytvattenavrinning från en byggnad och dess omgivningar

Vid dimensionering av avloppsledningar är det bl.a. nödvändigt att uppskatta ytavrinningens storlek. Detta sker vanligen genom att man multiplicerar ifrågavarande ytor med för dem empiriskt funna avrinningskoefficienter.

I tabell 1 anges värden på avrinningskoefficienten i l/s·ha för några olika ytor och avser förhållandena vid mycket starka regn av kort varaktighet, vilka i regel blir bestämmande för avloppsledningarnas dimensionering.

Tabell 2 anger, att det råder ett visst samband mellan avrinningskoefficienten och bebyggelsestätheten.

Tabell 1. Avrinningskoefficienten i l/s·ha för några olika ytor.
Efter Höganäs avloppshandbok, 1972.

Yta	Avrinnings- koefficient l/s ha
Tak	100
Hårdgjorda ytor	80
Grusgångar, obebyggd kvartersmark	30
Parker med kraftig vegetation	15
Odlad mark, ängsmark	5-15

Tabell 2. Ytavrinningskoefficienten i l/s-ha vid olika slag av bebyggelse (de lägre värdena avser flack, de högre värdena kuperad terräng).

Bebyggelseområde	Avrinningskoefficient l/s ha
Hyreshus	
Slutet byggnadssätt, ingen vegetation	80-90
Öppet - " - , med "	50-60
Småhus	
Radhus	30-50
Friliggande hus	25-30
Villor, små till stora tomter	20-30

2.3. Ytvattenavledning från en byggnad till allmän avloppsanläggning, till självdränerande jordskikt eller till spillvattenledning

Angående ytvattenavledning från en huskropp anges bl.a. följande i Regler för vatten- och avloppsanläggningar (VA-byggnorm).

Ytvatten - även dräneringsvatten - från avloppsanläggning avleds till allmän avloppsanläggning eller dylikt. Är jorden i området självdränerande kan yt- och dräneringsvatten ledas in i omgivande jordskikt. Till ytvattenavledning läger man rätt att koppla dräneringsledning förutsatt att en rensbrunn med slamsamlingsanordning inplaceras före anslutning till allmän vatten- och avloppsledning. Det omvända är dock ej tillåtet, dvs. ytvatten från omgivande grönområden eller från hårdgjorda ytor får ej direkt ledas till en byggnads dräneringsystem.

För avledning av ytvatten från en byggnad erbjuds två möjligheter. För det första kan installationens ytvattenledning kopplas till allmän vatten- och avloppsanläggning, vilket ännu är det vanligaste tillvägagångssättet. För det andra är det i vissa fall möjligt, att via en kista fylld av grus eller sten förbinda ytvattenledningen med omgivande jordskikt. Detta bör ske endast om jorden enligt ovan är självdränerande och alltså att olägenheter i form av isbildning,

översvämning o.d. ej beräknas uppstå vare sig för befintlig eller planerad bebyggelse.

Har man ett kombinerat avloppssystem i området, dvs. avleds spill- och ytvatten i gemensamma ledningar i marken, är det senare alternativet att föredra. Detta dels med hänsyn till det allmänna avloppsnätet, dels med tanke på grundvattenbalansen. Besvärande marksättningar på grund av grundvattenståndssänkningar vid uppförandet av byggnader har det senaste årtiondet registrerats i en alltmera ökande omfattning. Det är därför angeläget att vid byggnation regn- och smältvatten, så ofta ske kan, ges tillfälle att infiltrera i marken i stället för att i slutna ledningar transporteras till närmaste recipient.

Huvudman för allmän vatten- och avloppsanläggning äger rätt att förbjuda anslutning av en ytvattenledning från en byggnad till en spillvattenledning. Allmänt godtas dock, att små nederbördsmängder, t.ex. från altan, garagenedfart i villa, bottenplan i källartrappa o.d. avleds till spillvattenledning om koppling till särskild ytvattenledning skulle medföra stora svårigheter. Dock krävs enligt ovan huvudmannens godkännande.

3. Dränering invid och under en byggnad

3.1. Allmänt

En invid och under en byggnad genomförd dränerings vattenavledande förmåga och de därvid vidtagna dräneringsåtgärder bestäms i huvudsak av byggnadskonstruktionen och dess läge i marken, grundvattenytans läge och variation samt grundens genomsläpplighet och kapillaritet. Dräneringssystemet måste utformas så, att dess beständighet och funktionsduglighet blir betryggande. Dess huvuduppgift är således att förhindra, att vatten under markytan skadar byggnaden eller inom den ger upphov till fuktigt klimat.

Genom geotekniska undersökningar erhåller man nödvändiga uppgifter om materialet i grunden, t.ex. dess genomsläpplighet och kapillaritet samt grundvattenytornas läge och variation (se vidare SBN 6723: 122, 1967).

Finns det äldre dräneringssystem inom området, exempelvis lantbruks-

dräneringar, bör avskärande dränering anordnas, så att byggnaden ej blir utsatt för åverkan. Omvänt gäller, att om avskärande dränering vidtages måste också tillses, att skada ej uppstår på äldre, kvarstående dräneringssystem.

3.2. Dräneringsvattenavrinningen från en byggnads närmaste omgivning

Storleken på dräneringsvattenavrinningen från en byggnads allra närmaste omgivning bestäms i mycket hög grad av markytans och underliggande markskikts genomsläpplighet, av markens höjdförhållanden samt av nederbördens intensitet och varaktighet. Allmänt gäller att grundvattentillförseln starkt minskar inom tätbebyggda områden med mycket hårdgjorda ytor.

Dräneringsvattenavrinningens variationer är i allmänhet många gånger mindre än ytvattenavrinningens. En bidragande orsak härtill är markvattnets jämförelsevis långsamma rörelse - framförallt i horisontal-led - något som verkar starkt utjämnande på variationerna.

Avrinningen av dräneringsvatten är också i förhållande till ytvattenavrinningen mycket liten. Enligt Höganäs avloppshandbok, 1972, kan man vid dimensionering av ledningar med avseende på dräneringsvattenavrinningen normalt räkna med en medelavrinning av ca 0,03-0,05 l/s.ha och en maxiaavrinning av ca 0,1-0,2 l/s.ha. Detta förhållande tillåter dock ej någon underskattning av dräneringsvattenavrinningens betydelse, framförallt inte vid nederbördsrika perioder.

3.3. Genomsläppligheten hos olika material i en byggnadsgrund

Jordmaterialet under en huskropp kan med avseende på genomsläpplighet och jordart grovt indelas i: Genomsläppliga jordarter, måttligt genomsläppliga jordarter och svårgenomsläppliga jordarter. Man har för homogena jordartsförhållanden enats om följande gränser (SBN32: 22, 1973).

Ett homogent jordmaterial anses normalt vara genomsläppligt om dess $d_{16} > 0,074$ mm, där d_{16} är diametern på de korn, som på siktkurvan svarar mot halten 16 viktsprocent.

Fig. 2 visar siktkurvorna för jordarterna mo, sand och normalmorän. Erfarenhetsmässigt kan jordarter, vars siktkurvor är mycket flacka,

t.ex. vissa moräner, trots att deras $d_{16} > 0,074$ mm, uppvisar måttlig genomsläpplighet.

Vikts-%

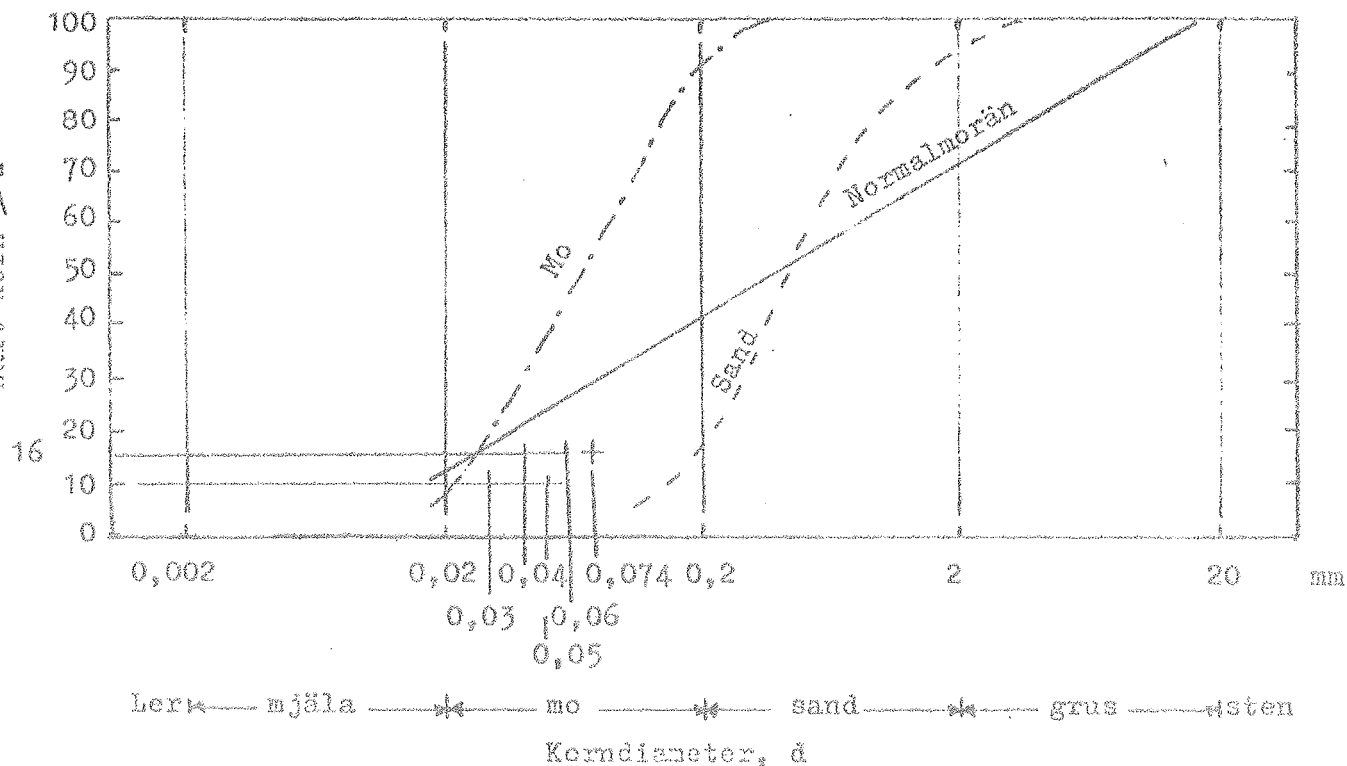


Fig. 2. Diagram visande siktkurvorna för mo, sand och normalmorän. Efter Lyman Cadling: Dränering av byggnader, 1970.

Gränsen mellan genomsläppliga och måttligt genomsläppliga jordarter har dragits vid ett $d_{16} = 0,074$ mm. Detta värde anger också en övergång från tjälskjutande till icke tjälskjutande jordmaterial. Jfr här med SBN 6723:421, 1967.

Övergången mellan måttligt genomsläppliga och svår genomsläppliga material är förlagd till ett $d_{16} < 0,002$ mm, dvs. vid gränsen mellan mjäla och ler.

Sammanfattningsvis kan anföras att grov friktionsjord, som t.ex. grovt åsmaterial, räknas till klassen genomsläppliga jordarter, finkorniga sedimentära friktionsjordarter och de flesta moräner till klassen måttligt genomsläppliga jordarter samt styv lera och andra kohesionsbenägna jordarter till klassen svår genomsläppliga eller täta jordarter.

Beroende på mycket stora variationer i sprickförekomst och i sprickstorlek varierar vattengenomsläppligheten i berg avsevärt. Intensivt

spruckna berg med öppna sprickor kan i detta avseende jämföras med mycket genomsläppliga jordarter, medan täta berg (utan sprick-system) här närmast bör jämföras med mycket svår genomsläppliga jordarter. Behovet av dränering varierar följaktligen kraftigt för byggnader placerade i bergschakt. Dessutom kan tätheten hos berg påverkas av framtida sprängningsarbeten. Innehåller berget mycket sprickor, som är vattenförande, föreligger det ofta behov av vattentäta konstruktioner i byggnaden. Det i berg förekommande vattnet består då i huvudsak av sprickvattnet.

3.4. Vattenförhållandena hos genomsläppliga till mycket genomsläppliga material i en byggnadsgrund

Fig. 3 visar schematiskt vattenförhållandena hos genomsläppliga till mycket genomsläppliga material i en byggnadsgrund.

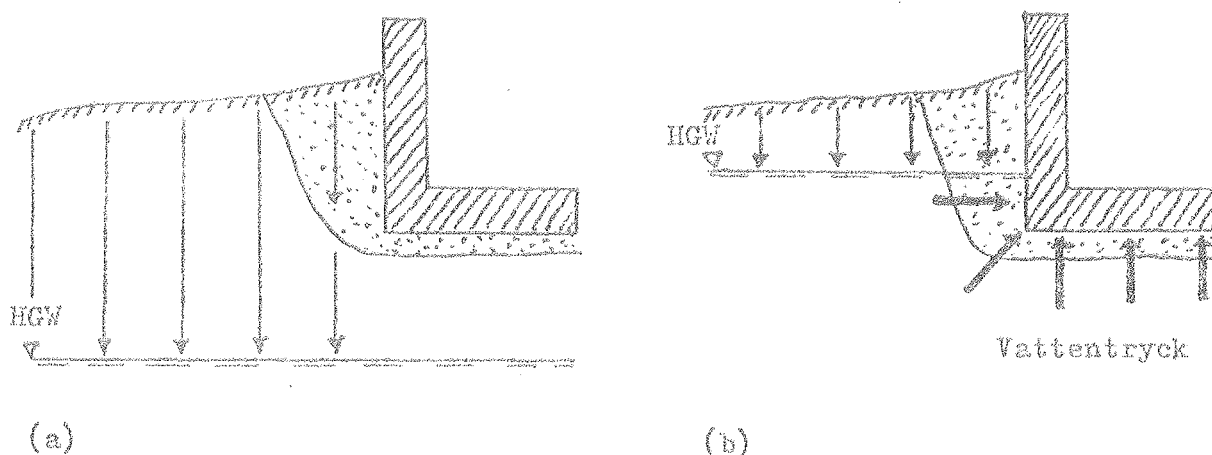


Fig. 3. Schematiskt återgivande av vattenförhållandena hos genomsläppliga till mycket genomsläppliga material i en byggnadsgrund:
(a) för byggnad med golv ovanför högsta grundvattenytan, HGW;
(b) för byggnad med golv under högsta grundvattenytan, HGW.

Vi har här att beakta det permanenta grundvattnets variationer, något som också framgår av fig. 3.

Då en byggnads golv förläggs över högsta grundvattenytan, HGW, i ett mycket genomsläppligt material, kan man anta att infiltrationen av vatten i stort kommer att ske likartat såväl i den naturliga marken som i återfyllningsmaterialet (fig. 3a). Även vid långvarigt fuktigt väder torde då porerna i marken ovanför HGW endast delvis vara fyllda, vilket medför att normalt vare sig vägg- eller golv-dränering erfordras.

Fig. 3b anger, att hela byggnadens golv samt en del av dess vägg befinner sig under HGW om icke dränering genomförs. Här har man anledning befara, att ett normalt dräneringssystem's vattenavledande förmåga blir otillräcklig för att skaffa bort för huskroppen skadligt vatten. En vattentät byggnadskonstruktion torde här vara nödvändig. Vid planering av eventuell källare måste hänsyn även tas till vattentrycket (se fig. 3b)

3.5. Vattenförhållandena hos måttligt genomsläppliga material i en byggnadsgrund

Ligger en byggnads golv över högsta förekommande grundvattenytan i ett måttligt genomsläppligt material kan man förvänta, att det uppkommer temporära ansamlingar av vatten i återfyllningsjorden, som erfarenhetsmässigt brukar få större porositet än den omgivande marken (fig. 4).

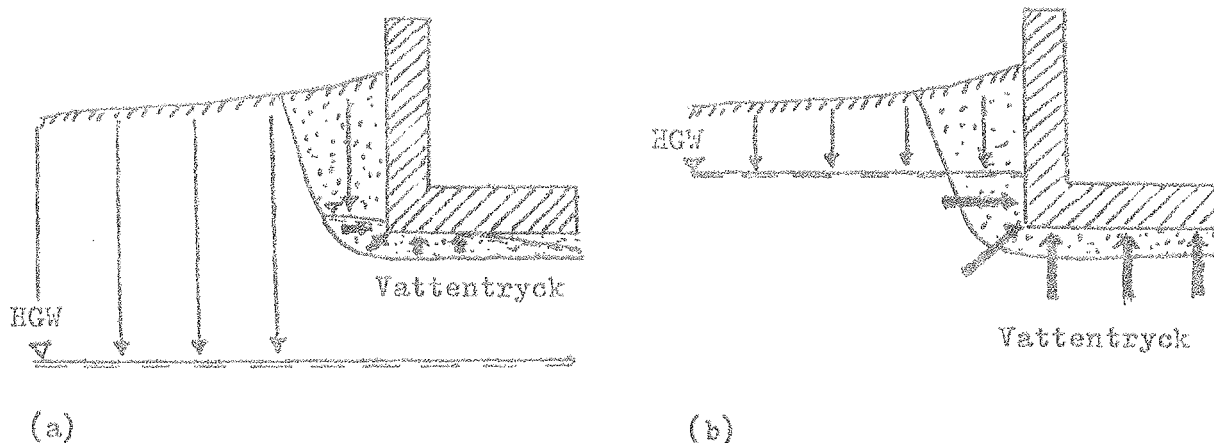


Fig. 4. Schematiskt återgivande av vattenförhållandena hos måttligt genomsläppliga material i en byggnadsgrund: (a) för byggnad med golv ovanför högsta grundvattenytan, HGW; (b) för byggnad med golv under högsta grundvattenytan, HGW.

Vid långvarigt fuktigt väder torde en infiltrationsgradient komma att utbildas i den omgivande marken från markytan ner till det permanenta grundvattnets yta, där hydrostatiska tryckförhållanden råder. En liknande gradient uppstår då också i återfyllningsjorden ner till ansamlingen av vatten. Från vattensamlingens yta till dess botten är trycket hydrostatiskt, ett förhållande, som kan - om inga åtgärder vidtages - förorsaka skador framförallt på anslutningen mellan vägg och golv. Längre in under golvet tenderar oftast det i

återfyllningen ansamlade vattnet att infiltrera i själva grunden (se fig. 4a). Bildandet av lokala vattensamlingar över tätare partier i återfyllningen invid väggen gör att dränering erfordras både vid denna och vid anslutningen mellan vägg och golv.

3.6. Vattenförhållandena hos svårgenomsläppliga material i en byggnadsgrund

Förläggs en byggnad med lägsta golv under markytan i ett svårgenomsläppligt material (fig. 5) blir återfyllningen ävenledes normalt mera genomsläpplig än det naturliga materialet i grunden.

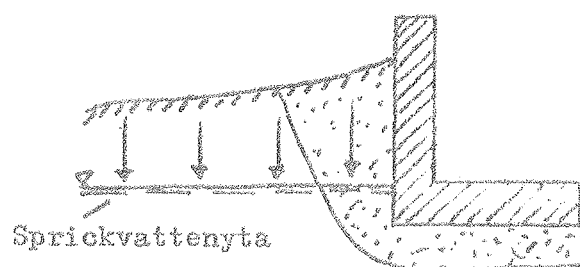


Fig. 5. Schematiskt återgivande av vattenförhållandena hos svårgenomsläppliga material i en byggnadsgrund (t.ex. styv lera).

Infiltrationen av vatten blir större i återfyllningen än bredvid och det vatten, som berör huskroppen, är oftast oberoende av nivån på det permanenta grundvattnet. Det senare kan ligga antingen över eller under markytan. Som framgår av fig. 5 utbildas det en sprickvattenyta, vilken vid långvarigt fuktigt väder kan stiga ända till markytan.

Ovanstående anger entydigt att en huskropp, som har svårgenomsläppliga, kohesionära material i byggnadsgrunden, bör förses med både vägg- och golvdränering.

3.7. Dränerande skikt, dräneringsfilter

Ett dränerande skikt är ett materiallager, uppbyggt för att samla och avleda vatten till en dräneringsledning, dräneringsbrunn eller dylikt. Det måste ges en sådan tjocklek och genomsläpplighet, att normalt tillförda vattenmängder snabbt uppsamlas och avledes till dräneringsledning eller motsvarande och skall var så konstruerat, att material från omgivande jord ej blandas in i dräneringsskiktet och därigenom orsakar nedsättning av genomsläppligheten. Humushaltiga

material får ej finnas i skiktet.

Vid byggnadsvägg skall ett dränerande skikt ha en mäktighet av minst 20 cm och bestå av ett material med en sådan kornstorleksfördelning, att vid siktning högst 10 % av materialet passerar maskvidden 0,25 mm ($d_{10} > 0,25$ mm). Skiktet kommer följaktligen att utgöras av sand eller grövre material (t.ex. singel eller makadam). Se också SBN 6723: 02, 1967.

Dränerande skikt under golvet till en byggnad bör oftast kombineras med kapillärbrytande lager (se sid. 12). Är skiktets funktion endast dränerande skall det vara minst 10 cm tjockt och bestå av ett jordmaterial, som uppfyller kraven för material, vilka är både dränerande och kapillärbrytande (se sid. 13). Ett dylikt dränerande lager placeras under det kapillärbrytande skiktet.

Som redan anförts skall omgivande jord hindras att tränga in i dräneringsskiktet, då sådan risk föreligger. Detta kan ske genom att ett filter av lämplig sammansättning förlägges mellan den omgivande jorden och skiktet ifråga. Utgöres materialet i byggnadsgrunden av t.ex. mo, bör filtret lämpligen bestå av ett minst 10 cm tjockt lager av grusig, moig sand, s.k. naturgrus. Vid grundvattenerosion - som det här kan bli fråga om - skall filtret utgöras av tunna skikt utlagda i den ordningen, att vattenströmmen möter de finaste kornen först och sedan allt grövre och grövre korn. Följaktligen lägger man runt fogarna i en avloppsledning det grovkornigaste skiktet närmast ledningen.

Ojämnkorniga jordarter, av t.ex. moräntyp, är avsevärt mera motståndskraftiga mot grundvattenerosion än jämnkorniga jordarter. Det visar sig ofta tillräckligt för den massa, som skall skyddas, att de största kornen kvarhållas på sin plats.

För att vattenströmmen må kunna passera så obehindrat som möjligt fordras att filtret inte är alltför fingordsrikt i förhållande till basmaterialet.

Den lämpligaste sammansättningen på ett filter bestämmes enklast med Terzaghis filterkriterium. Önskas noggrannare dimensionering kan Vattenfallsstyrelsens regler tillämpas. Dessa är utformade för svenska jordarter. Angående Terzaghis filterkriterium och Vattenfallsstyrelsens regler, se Bygg 177:4, upplaga 3, 1961. Normal tjocklek

hos filterlager för avloppsledningar och husgrunder framgår av tabell 3.

Tabell 3. Normal tjocklek hos filterlager. Efter Bygg 177:4, upplaga 3, 1961.

Byggnadskonstruktion	Filtermaterial	Skikt tjocklek, cm
Avloppsledning	Sandigt grus	10-20
	Singel eller makadam	10-30
Schaktbotten för husgrund eller liknande	Sandigt grus	10-30
	Singel eller makadam	15-30

3.8. Kapillärbrytande skikt

Ett kapillärbrytande lagars uppgift är att hindra vatten att kapillärt transporteras till en byggnads golv eller väggar under mark, framförallt då inga vattentäta konstruktioner utförts i byggnaden. Det bör ha en tjocklek, som med tillräcklig marginal överstiger materialets i skiktet kapillaritet eller utgöres av så tätt material, att kapillärtransporten av vatten förhindras.

Med kapillaritet menas här den s.k. övre aktiva kapillariteten bestämd enligt Geotekniska Föreningens laboratorieanvisningar, del 8, "Permeabilitet och kapillaritet", 1972.

I en del fall föreligger enbart krav på kapillärbrytning, i andra fall tillkommer, förutom fordringar på brytning av kapillariteten, också krav på dränering.

I ett kombinerat dränerings- och kapillärbrytande lager måste en viss del av lagrets totala tjocklek reserveras för det tryckfall, som uppkommer vid det fria markvattnets strömning mot och in i dräneringsledningarna. Som norm gäller, att ett materialskikt med en tjocklek av minst två gånger den uppmätta kapillariteten för materialet ifråga godtas som kapillärbrytande.

Man kan erfarenhetsmässigt utgå ifrån, att något särskilt kapillärbrytande lager ej erfordras invid en byggnads källarväggar, om bara dräneringskravet tillgodoses, då byggnaden är placerad i måttligt genomsläppliga till svår genomsläppliga jordmaterial.

Likaså gäller, att endast kapillärbrytande skikt behövs under en byggnads golv, då huskroppen ligger i måttligt genomsläppligt men "erosionskänsligt" material.

Enligt Cadling, 1970, kan man, om minimikornstorleken i ett lager är 2 mm, räkna med att genomsläppligheten är minst 2,4 cm/s. Han anger också, att om minimikornstorleken i ett kapillärbrytande lager väljes till 2 mm, så bör skiktet vara minst 10 cm tjockt.

3.9. Dränerande och samtidigt kapillärbrytande skikt

Ett kapillärbrytande material uppfyller, som regel, kravet på vatten-genomsläpplighet för ett dränerande material, om skikt tjockleken görs tillräckligt stor. Detta medför, att som dränerande och samtidigt kapillärbrytande material under en byggnads golv kan godtas ett minst 15 cm tjockt skikt av grus, singel eller makadam med en sådan kornfördelning att vid siktnings högst 5 % av materialet passerar maskvidden 2 mm ($d_5 > 2,0$ mm). Dränerande och samtidigt kapillärbrytande material får ej innehålla en påtaglig mängd material med en kornstorlek större än 32 mm.

Såväl dränerande som kapillärbrytande skikt är nödvändiga under en byggnads golv, om denna med sin nedre del befinner sig under HGW i ett måttligt genomsläppligt material eller om huskroppen är förlagd i en svårsläpplig (kapillär) jordart.

Packning av ett dränerande och samtidigt kapillärbrytande material liksom av filter- och isoleringsskikt göres lämpligen efter föreskrifter angivna i SBN 6723:53322, 1967.

3.10. Material kring dräneringsledning

Material kring en dräneringsledning skall ha en sådan genomsläpplighet, att förekommande vattenmängder utan olägenhet kan avledas till dräneringsledningen.

Det är också viktigt, att fyllningen kring dräneringsrören är så sammansatt, att material från omgivande jord hindras att tränga in i densamma med nedsatt genomsläpplighet i fyllningen och ökad risk för inslamning i rören som följd.

Fyllnadsmaterialet bör dessutom ha sådana egenskaper, att det inte själv inslammats i dräneringsrören.

Allmänt kan konstateras, att risken för att jordmaterial skall tränga in i en dräneringsledning blir mindre om kringfyllnaden består av material innehållande flera kornfraktioner, dvs. siktkurvan för materialet skall vara ganska flack.

Svensk Byggnorm anger följande utförande av fyllnaden kring en byggnads dräneringsledningar som godtagbar (SBN 32:22, 1973).

Dräneringsledningen placeras på en bädd av kringfyllnadsmaterialet, som är minst 5 cm tjock. Vid ledningens sidor och ovanför densamma utökas kringfyllnadens tjocklek till minst 10 cm. Rörledningen får dock läggas alldeles intill grundmur eller dylikt, om fyllnaden på motsatt sida ges en tjocklek av minst 10 cm.

Utgöres dräneringsledningen av plaströr och denna ligger på litet djup, varvid risk för åverkan genom trafiklast är överhängande, packas fyllningen kring ledningen mycket noggrant, t.ex. med vibratorplatta).

Som kringfyllnad godtas material, vilka uppfyller kraven på dränerande och samtidigt kapillärbrytande material (se sid. 13) under förutsättning att filter, om så erfordras, anordnas (enligt föreskrifter angivna på sid. 11) för undvikande av inslammning från omgivande jord. För att förhindra finkornigt material att tränga in i dräneringsledningen får intagningsöppningarna för vatten på ledningen ej ha en större bredd än 2 mm.

3.11. Dräneringsledning

3.11.1 Allmänt

Vilket redan påpekats på sid. 4 äger man rätt att ansluta en dräneringsledning runt en byggnad till den senares dagvattenledning, förutsatt att en rensbrunn med slamsamlingsanordning inplaceras före inkoppling till allmän vatten och avloppsledning. För att vara på den säkra sidan kan även dagvattenledningen försees med rensbrunn (se fig. 11 sid. 25). Detta är dock mindre vanligt. Här bör framhållas, att det är olämpligt att förse en rensbrunn med vattenlås, eftersom risk för stopp i vattenavledningen kraftigt ökar, om slamsamlingsficken skulle fyllas med slam.

För att dräneringsledningen skall kunna kontrolleras och också kunna rensas genom spolning bör åtminstone en spolbrunn inplaceras i dräneringssystemet, lämpligen i ledningens högsta punkt.

Liksom då det gäller små ytvattenmängder (se sid. 5) godtas oftast koppling av dräneringsledning till spillvattenledning, om dräneringsvattenmängderna också kan bedömas bli små. Dylik inkoppling får ofta övervägas, när dräneringsledningen av tvingande skäl måste placeras djupt under markytan med besvärliga fallförhållanden som följd.

Det är mycket viktigt, att dräneringsledningens läge anpassas till spillvattenledningens. För undvikande av inträngning av spillvatten i dräneringsledningen skall botten på utgående ledning från samlingsbrunnen aldrig ligga lägre än den närbelägna spillvattenledningens överkant.

För ytterligare upplysningar angående avledning av dräneringsvatten från dräneringsledning kring byggnad se SBN 51:4, 1967.

3.11.2. Dimensionering för hållfasthet

En dräneringsledning kring en byggnad skall inte bara snabbt ta emot och effektivt bortleda förekommande vattenmängder, utan den måste också tåla uppkommande belastningar och andra påfrestningar. Följaktligen dimensioneras dess hållfasthet för jordlast och - när sådan kan tänkas uppkomma - även för punktlast på markytan. Här antas jordlast vara den belastning, som pålägges ledningen vid ett dräneringsdjup av 6 m. Punktlast på markytan beräknas kunna uppgå till 50 k Pa (50 k N/m²), (exempelvis härrörande från bakhjulet på en bil), vid en fyllnadshöjd av 0,4 m räknat från ledningens överkant till markytan (SBN 32:22, 1973). I den mån ledningen kan antas bli utsatt för större påfrestningar än vad som förutsatts ovan, dimensioneras och förläggs ledningen därefter. Erfarenheten visar, att de ofta använda tegelrören inte alltid har tillräcklig hållfasthet. Glaserade lerrör uppfyller däremot fordringarna i detta avseende, liksom betongrör. De senare är dock ej lämpliga, om markvattnet är aggressivt (se sid. 2). I allt större utsträckning används dock numera dräneringsrör av plast.

Janson, 1971, framhåller att plaströren till följd av sin stora flexibilitet, vilket medför stor brottdeformation, är särskilt lämpade för läggning i mark, där sättningar och andra jordomlagringar

medför stora krav på rörens förmåga att överföra och omfördela jordtryck utan att brista. Emellertid är det endast de styvaste plaströren, som utan hjälp av stöd från sidorna av omgivande jord förmår stå emot rördeformationen. Används vekare avloppsrör av plast måste kringfyllningen utnyttjas som en del av rörkonstruktionen för att ringtvärsnittets stabilitet skall kunna säkerställas. Återfyllningen bör då utföras på ett sådant sätt och med ett sådant material att packningsgraden hos kringfyllningen blir tillräckligt hög.

3.11.3. Rördimension vid s.k. standarddränering

Cadling, 1970, diskuterar den lämpligaste rördimensionen för en dräneringsslinga runt en s.k. "dräneringsenhet" vid ett minimifall på ledningen av 1:200. Med en "dräneringsenhet" menas i detta fall ett hyreshus bestående av tre trapphus med en total längd av ca 50 m. Motsvarande längd på dräneringssträngen blir då ca 60 m. Enligt Cadling visar resultaten av jämförande försök, att för en eftersträvad standarddränering är 100 mm tegel- eller betongrör eller 90 mm plast-rör av PVC mycket lämpliga. Den s.k. inläckningskapaciteten, dvs. intagningen av vatten genom fogarna, hos 75 mm tegelrör visade sig vara tillfredsställande i de gjorda undersökningarna, medan transportkapaciteten bedömdes ha för lågt värde. Allmänt godtas nu också 90 mm plaströr av PVC eller 100 mm rör av betong eller tegel som standard vid husgrundsdränering.

3.11.4. Dräneringslednings förläggning kring och under en byggnad. Stabilitetsproblem. Tjälisolerande skikt

Vid normala husbredder lägger man vanligen endast en dräneringsledning på vardera sidan om en huskropp. Är bredden på byggnaden stor, och särskilt då man har anledning att räkna med transport av anse-nliga vattenmängder genom dräneringssystemet, måste dessutom interna dräneringsledningar anordnas. Om kraven på ledningarnas vattenförande förmåga ställs högre än normalt eller om risk för igenslamning är uppenbar kan det vara befogat att använda starkare lutning på ledningarna än det minimifall, som angivits ovan, exempelvis 1:100.

Det är viktigt att dräneringsledningarna kring en huskropp anordnas på ett sådant sätt att dränerande skikt under golv effektivt avvatt-nas, vilket betyder att anslutningen mellan ledningarna och dräneran-de lagren måste göras med stor omsorg. En dräneringsledning kring en byggnad skall alltid ha sin högsta punkt under ett anslutet dräne-ringsskikts botten.

Består en byggnads grundkonstruktion av platta på mark bör ett eventuellt dränerande skikt under golvet utsträckas ända till dräneringsledningarna utanför plattan, dvs. under eventuella kantbalkar. Vid grundmurar på sulor åstadkommer man oftast förbindelsen mellan dränerande skikt och dräneringsledning med hjälp av rör genom grundmuren, s.k. genomstick. I ett dylikt fall måste varje del av det dränerande lagret, som avskiljes av grundmuren, försees med minst ett genomstick.

Skall jordlager under kryputrymme dräneras kan man lägga dräneringsledning innanför en grundmur, om denna ej är fuktkänslig och byggnadskonstruktion, som förlagts ovanför, skyddas från vatten och fuktangrepp av själva grundmuren.

Allmänt gäller, att ett dräneringsystem runt en byggnad bör utformas så, att grundkonstruktionens stabilitet icke påverkas negativt.

Vi diskuterar en standarddränering runt en byggnad i en s.k. normal friktionsjord (mo, sand el. grovmorän). Ledningslängden i varje slinga blir enligt det föregående (se sid. 16) för en huskropp på 50 m ca 60 m och den erforderliga schaktbotten kommer då att maximalt ligga ca 0,5 m under byggnadsplattans underkant.

Stabilitetsproblemet illustreras i fig. 6. Jorden kan här antas ha en friktionsvinkel (rasvinkel) motsvarande slänthlutningen 1:1,5 och grundvattenytan förutsättes befinna sig under schaktbotten. För att en belastad slänt i detta fall ej skall rasa fordras att slänthlutningen icke får vara större än 1:1,5 och att en obelastad bankett av en viss bredd (B i fig. 6) lämnas invid belastningen. Bankettens bredd bestämmes av belastningens storlek och schaktdjupet. Vid de små schaktdjup, som här blir aktuella, fås en god säkerhet vid lutningsförhållandet 1:2. Svensk byggnadsnorm (SBN 32:22, 1973) anger också att för normal friktionsjord och belastad slänt bör dräneringen placeras så långt från byggnadskonstruktionens bottenplatta, att icke i någon punkt schaktet kommer att befinna sig innanför en styrlinje i lutning 1:2 från plattans kant (fig. 6). Styrlinjens lutning varierar med jordmaterialets egenskaper och belastningsförhållandena.

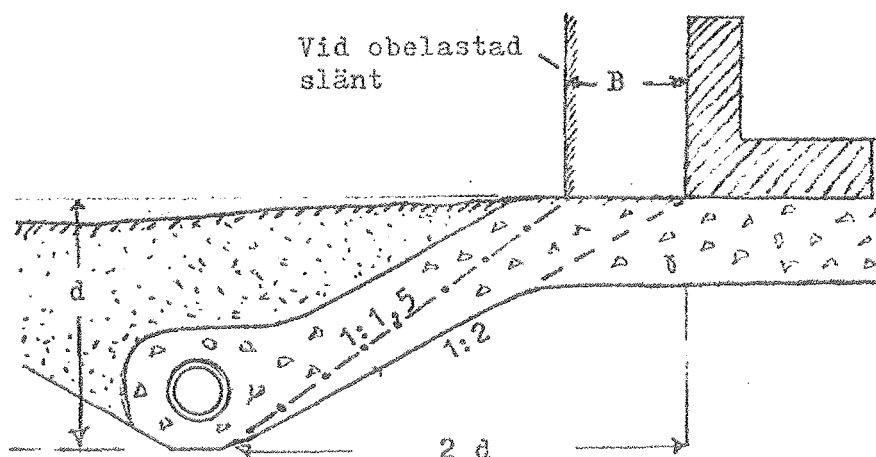


Fig. 6. Skiss visande dräneringsgravens förläggning vid en byggnad i en friktionsjord. Efter Lyman Cadling, 1970.

Sprängsten har en friktionsvinkel, som ungefär motsvarar släntlutningen 1:1. Styrlinjen bör i detta fall ha en lutning ca 1:1 vid obelastad slänt och ca 1:1,5 vid belastad slänt.

Fig. 7 visar stabilitetsförhållandena i kohesionsjord (t.ex. styv lera). Teoretiska beräkningar av skjuvhållfastheten i en dylik jord anger att man med hänsyn till släntens stabilitet under huskroppen alltid kan schakta vertikalt till det erforderliga maximala djupet 0,5 m. Erfarenheten har dock visat, att det är lämpligt att luta slänten, förslagsvis 3:1 (Cadling, 1970). Ofta utgöres markprofilen av friktionsjord underlagrad av kohesionsjord, varför schaktet måste grävas efter en bruten styrlinje, som framgår av fig. 7. Styrlinjen lutar 1:2 i friktionsjorden och 3:1 i kohesionsjorden. Lutningen 3:1 skall bibehållas vid obelastad slänt, medan lutningen i friktionsjorden, enligt det föregående, då kan göras 1:1,5.

För undvikande av tjälskjutning och därmed skador på dräneringsledningar runt en byggnad är det ofta lämpligt att minska tjäldjupet genom att anordna markisolering. Denna kan bestå av ett skikt av mineralull. En skikt tjocklek av 6 cm bedöms vara tillräcklig i normala fall både för byggnadsdränering i friktionsjord och i kohesionsjord. Åtgärder enligt ovan krävs normalt endast vid ytligt placerade ledningar i tjälfarliga material. Tjälgränsens farligaste nivå in till en byggnad anges i BABS-67 (Föreskrifter, råd och anvisningar till byggnadsstadgan BABS 1967) indirekt genom att där för olika fall föreskrives minsta erforderliga grundläggningsdjup för undvikande

av tjällyftning både under och invid en byggnad. Det framgår av BABS-67, att risk för tjälning av dräneringssystemet vanligen icke föreligger vid källarhus med normalt källardjup, medan förhållandet är det motsatta vid källarlösa hus på markplatta. Generellt anger anvisningarna i BABS-67 att tjälrisk ofta föreligger för dräneringssystem invid byggnader, som uppvärms, då grundläggningen göres till minimidjup samt när dräneringen i stabilitetshänseende förläggs utanför de styrlinjer, som rekommenderats i det föregående. Vid uppvärmda byggnader kan interna ledningar placeras under golv för undvikande av tjälskador.

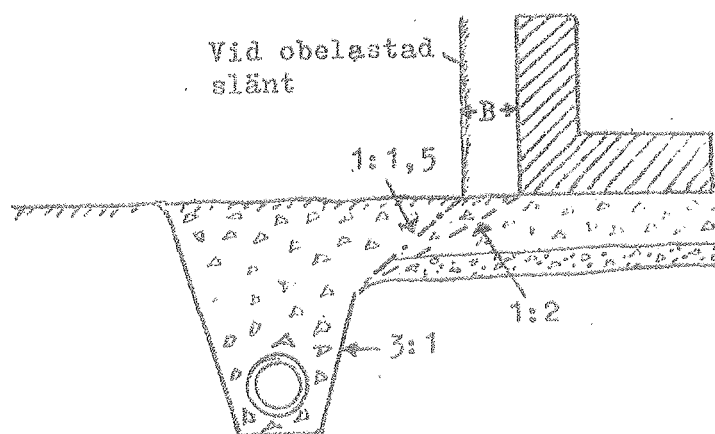
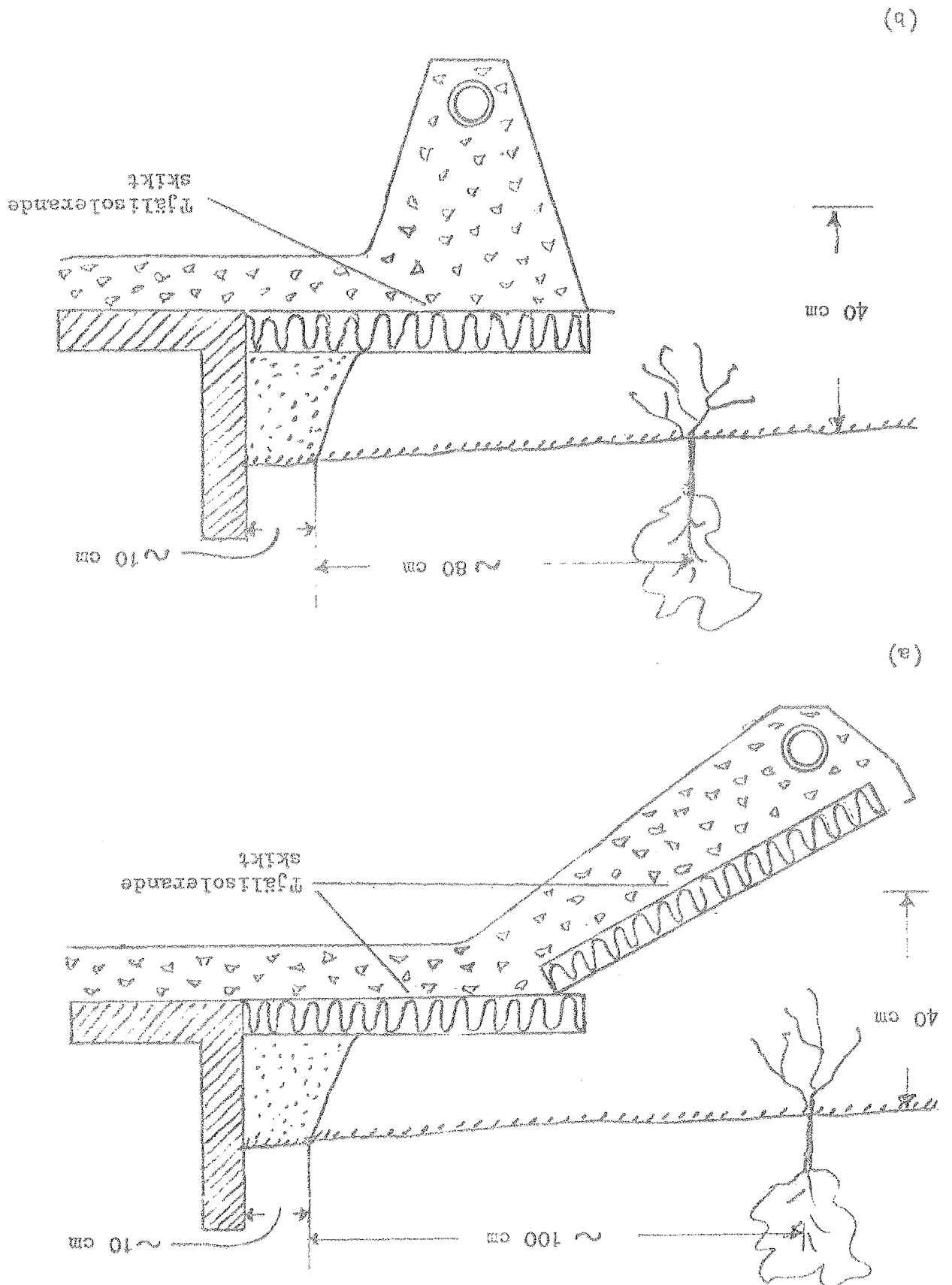


Fig. 7. Skiss visande dräneringsgravens förläggning vid en byggnad i en kohesionsjord överlagrad av friktionsjord. Efter Lyman Cadling, 1970.

Vad angår källarlöst bostadshus, måste man beakta, att ett matjordsdjup > 40 cm ej kan erhållas närmare fasaderna än ca 100 cm vid normal friktionsjord och ca 80 cm vid kohesionsjord utan att dräneringen påverkas. Tar man således hänsyn till både kravet på stabilitet och kravet på frostfrihet, så går det ej att plantera växter, vars rötter kräver mera än 40 cm djup jord, närmare huset än vad som ovan angivits. Fig. 8 visar, att trädplantering begränsas av dräneringens ytterkonturer, liksom att tjälisoleringen bildar en gräns för växternas rötter på djupet. Isoleringen kan i många fall medverka till att förhindra att växtrotterna åstadkommer skada på dräneringen.

Fig. 8. Skiss visande anordningarna i grunden för ett kallväst
 postadhus vid placering: (a) i fruktionsjord med tjärlskikt; (b) i
 kohesjonsjord med tjärlskikt. Efter Lyman Galling, 1970.



3.12. Dränering vid och under en byggnad med källare

Nedanstående tabell anger föreskrivna krav på dräneringsåtgärder kring och under en byggnad med källare vid olika material- och vattenförhållanden i byggnadsgrunden (SBN 32:22, 1973).

Tabell 3. Godtagna dräneringsåtgärder vid byggnad med källare. Efter SBN 32:22, 1973.

Materialgrupp i byggnads- grunden	Genomsläppliga material	Måttligt genom- släppliga mate- rial	Svår genomsläpp- liga material
Den för mark- vattnet känsliga delen av byggnaden ligger	$d_{16} > 0,074 \text{ mm}$ t.ex. grovmo, sand, grus	$0,074 \geq d_{16} \geq 0,002$ mm t.ex. mo, normal- morän	$d_{16} < 0,002 \text{ mm}$ t.ex. lera
Över HGW	Speciella drä- neringsåtgärder erfordras nor- malt icke	Väggdränering. Ofta även golv- dränering	Vägg- och golv- dränering
Under HGW	Dränering nor- malt ej möjlig. Vattentät grund- konstruktion	Vägg- och golvdränering om sådana åtgärder är möjliga, annars vattentät grundkon- struktion	

De i tabell 3 rekommenderade åtgärderna förutsätter kännedom om genomsläppligheten hos materialet i byggnadsgrunden samt högsta permanenta grundvattenytans, HGW, eller eventuella sprickvatten-
ytors, läge.

Fig. 9 visar schematiskt en vägg- och golvdränering för en bygg-
nad med källare med måttligt genomsläppligt material i byggnads-
grunden.

Skulle materialet i byggnadsgrunden till större del bestå av kapil-
lära jordarter, t.ex. mo eller mjäla, torde kapillärbrytande lager
under golvet erfordras (fig. 9 streckade linjer). Sådana måste
exempelvis inläggas om den kapillära stighöjden hos de naturliga
jordlagren under byggnadsgolvet är större än avståndet mellan HGW
och byggnadens botten.

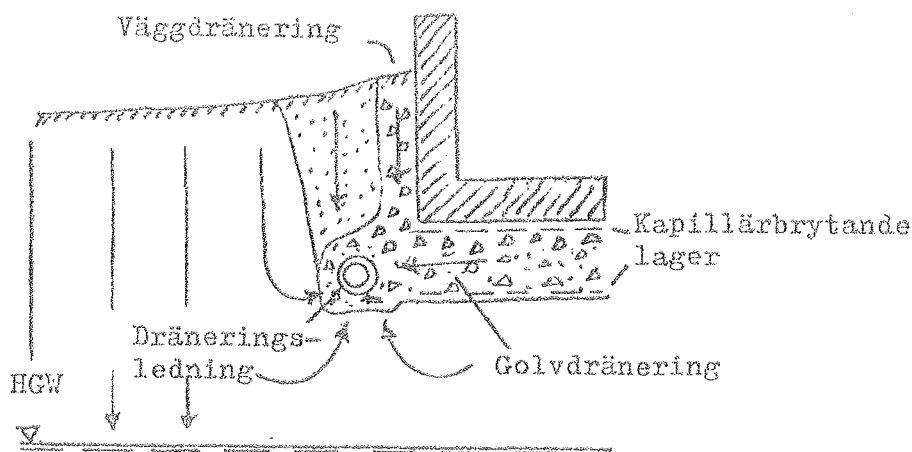


Fig. 9. Skiss visande vägg- och golvdränering av byggnad med källare med måttligt genomsläppliga material i byggnadsgrunden.

För en huskropp med källare med svårigenomsläppligt material i byggnadsgrunden fordras, förutom vägg- och golvdränering också kapillärbrytande lager under golvet (fig. 10).

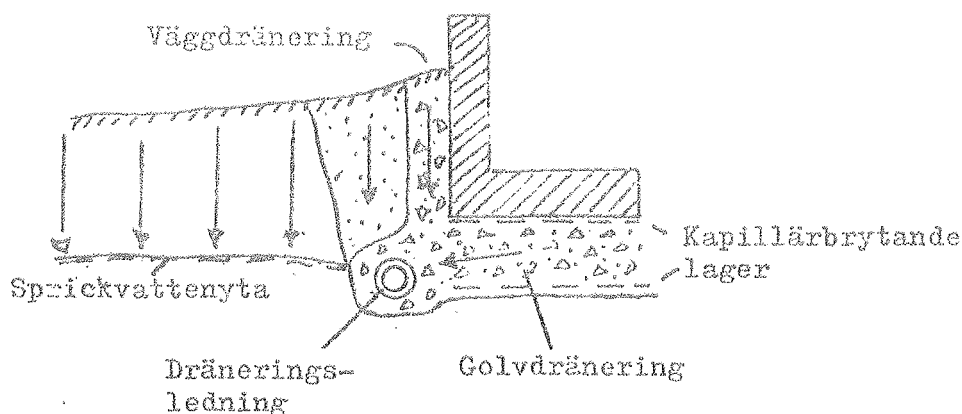


Fig. 10. Skiss visande vägg- och golvdränering av byggnad med källare med svårigenomsläppligt material i byggnadsgrunden.

Huruvida en byggnad med källare, som delvis befinner sig under HGW i måttligt genomsläppliga eller svårigenomsläppliga jordarter, skall göras vattentät i grunden är beroende av ett flertal faktorer. Genomförs dränering måste hänsyn nog tas till hur stor risken för mark-sättningar och benägenheten för inslamning av finkornigt jordmaterial i dräneringsledningarna kan vara. Ett igenslammat dränerings-system under en huskropp är praktiskt taget omöjligt att reparera. Är jordarten i en byggnadsgrund erosionsbenägen föreligger starka skäl att använda vattentät konstruktion i huskroppen.

Erosionsrisken ökar ej bara med stigande erosionskänslighet hos jordarten utan även med tilltagande djup under HGW hos byggnadsgolvet. Bland de erosionskänsliga jordarterna är de som har stor andel jämna korn och som nästan helt saknar sammanhållning mellan kornen (mycket liten kohesion) de allra besvärligaste. Följaktligen blir t.ex. en jämnkornig finmo mera erosionsbenägen än en något lerig, moig mjälla. Avgörande för bedömningen om dränering eller vattentät konstruktion skall tillgripas är också följderna av eventuell fuktinträngning i byggnaden. Ett typiskt fall för dränering med filter under ett källargolv är, när detta ligger obetydligt under HGW, när jordarten i byggnadsgrunden är måttligt erosionskänslig samt när konsekvenserna av möjlig fuktinträngning i byggnaden och eventuella sättningar i marken är små. Motsvarande typiska fall för vattentät konstruktion i byggnadens nedre del föreligger, när källargolvet ligger djupt under HGW, när jordarten i byggnadsgrunden är mycket erosionskänslig samt när följderna av möjlig fuktinträngning i byggnaden och eventuella sättningar i marken är svåra.

3.13. Dränering vid och under en byggnad med ventilerat utrymme under bottenbjälklag

Normalt erfordras ej dränering för byggnad med öppet utrymme under bottenbjälklaget, om huskroppens för fukt känsliga del är förlagd ovanför markytan. Då det gäller jordlager under s.k. kryputrymme, dvs. slutet ventilerat utrymme under bottenbjälklag, dräneras skiktet, förutsatt att jorden inte är självdränerande. Genom att då ingen fri vattenyta uppkommer i utrymmet avtar vattenavdunstningen från markytan starkt, med minskad fuktpåverkan på byggnaden som följd.

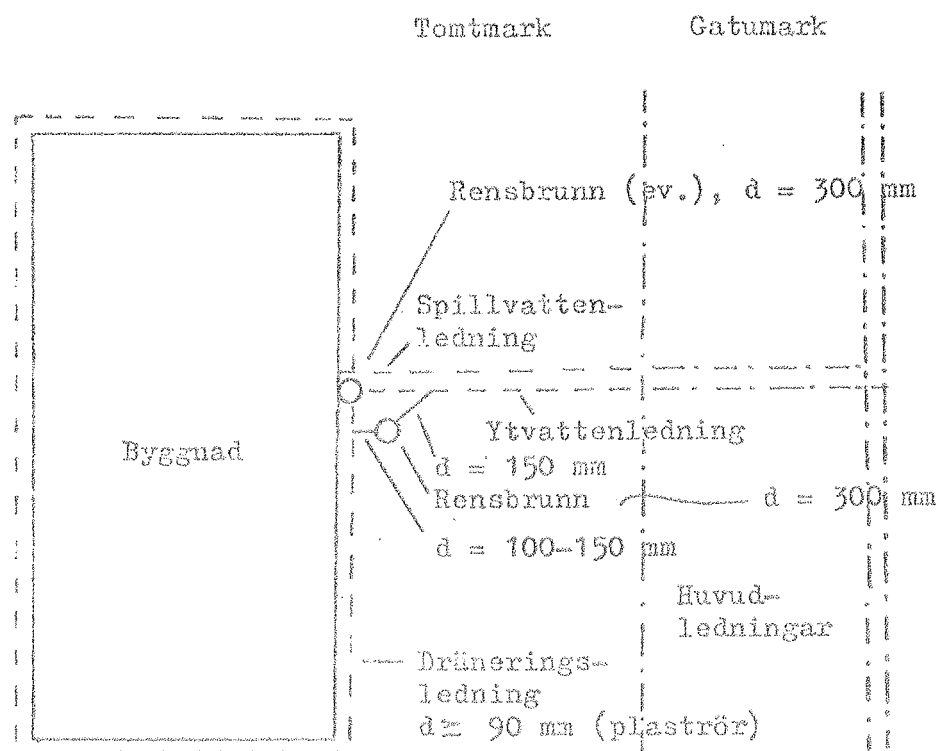
Jorden under kryputrymme kan anses vara självdränerande, om den är genomsläpplig, dvs. uppfyller fördringarna, som anges på sid. 2, och HGW ligger under markytan i kryputrymmet.

3.14. Dränering vid och under en byggnad vars grundkonstruktion består av platta på mark

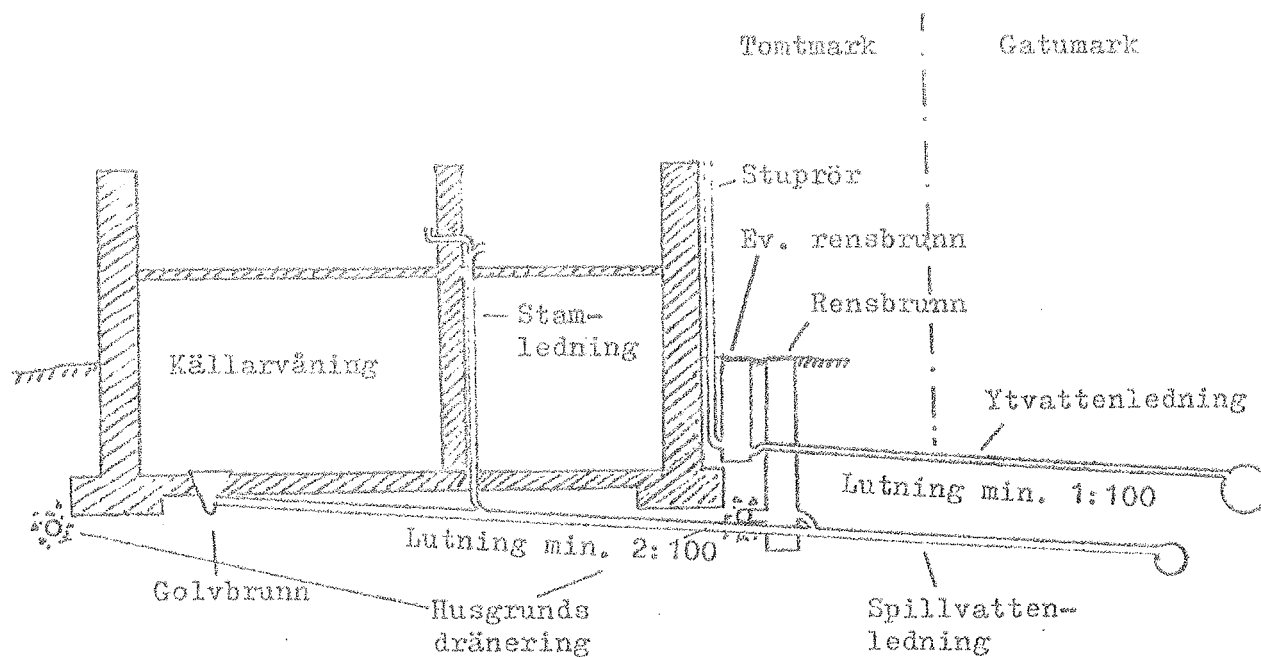
Är jorden under en byggnad, vars grundkonstruktion består av en platta på mark genomsläpplig till mycket genomsläpplig, dvs. självdränerande, och risk för kapillär upptransport av vatten föreligger, så bör konstruktionen förses med ett kapillärbrytande skikt. Skulle underliggande jordlager ej vara självdränerande är det skäl att lägga ett både dränerande och kapillärbrytande skikt mellan plattan och jorden.

3.15. Dräneringsexempel: Anordningar för ytvattenavledning och dränering vid en byggnad med duplikatsystem

Fig. 11 visar skisser över anordningarna för ytvattenavledning och dränering vid en byggnad med duplikatsystem, dvs. separata ledningar för å ena sidan ytvatten och grundvatten, å andra sidan för spillvatten. Här har, som synes husgrundsdräneringen kopplats till spillvattenledningen. Detta får ske endast, när höjdförhållandena omöjliggör att dräneringsledningen anslutes till ytvattenledningen.



(a)



(b)

Fig. 11. Skisser över anordningarna för ytvattenavledning och dränering vid en byggnad med duplikatsystem. Efter Höganäs avloppshandbok, 1972. (a) horisontalsnitt; (b) vertikalsnitt. Efter Höganäs avloppshandbok, 1972.

Litteratur

Andersson, S. 1960. Kapillaritet, Uppsala.

BABS-67

Beskow, G. 1935. Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Stat.Väginst. Medd. 48, Stockholm.

Bygg 177:4, upplaga 3, Stockhom 1961.

Cadling, Lyman 1970. Dränering av byggnader. Svenska Riksbyggen - BPA Byggproduktion AB, Stockholm.

Geotekniska föreningens laboratorieanvisningar, del 8. Permeabilitet och kapillaritet, 1972.

Janson, L.E. 1971. Plaströr i VA-tekniken. Stockholm.

SBN 32:22, 1973

" 51:4, 1967

" 6723:02, 1967

" " : 122, 1967

" " : 421, 1967

" " : 53322, 1967

Svenska Geotekniska Föreningen, 1972. Permeabilitet och kapillaritet. Förslag till geotekniska laboratorieanvisningar, del 8. Stockholm.

Terzaghi, Karl & Peck, Ralph E. 1948. Soil mechanics in engineering practice. New York & London.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för markvetenskap.

Avd. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK

- Nr 58 Bjerketorp, A. 1973. Envertikalsmetoder med flytar- eller flymätning för approximativ bestämning av flöde i små vattendrag. Preliminärt förslag. 86 sid.
- Nr 59 Bjerketorp, A. 1973. Fyra metoder för approximativ bestämning av flöde i små vattendrag genom mätning av vattenhastigheten i en enda vertikal. 2:a övers. uppl. 20 sid.
- Nr 60 Bjerketorp, A. 1973. Några metoder för avkortad mätning och beräkning av flöde i små vattendrag. Del I: Avkortade metoder vid flygelmätning: Några allmänna förutsättningar för mätningssproceduren och dess utvärdering. 32 sid.
- Nr 61 Andersson, Ö. & Bjerketorp, A. 1973. Vattenföringsmätning i små vattendrag med ytflytare enligt en maximalythastighetsmetod. 7 sid.
- Nr 62 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G., Linnér, H. & Eriksson, J. 1973. Resultat av 1972 års täckdiknings-, bevattnings och kalkningsförsök. 88 sid.
- Nr 63 Andersson, Ö. 1973. Underhåll av vattendrag. II: Maskiner och redskap för mekanisk vegetationsbekämpning och slamrensning. 44 sid.
- Nr 64 Eriksson, J. 1973. Undersökning av olika typer av filter vid dränering. 14 sid.
- Nr 65 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. I: Hydromekanikens grunder. 210 sid.
- Nr 66 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. II. Hydromekanikens tillämpning. 116 sid.
- Nr 67 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. I: Stockholms och Uppsala län. 68 sid.
- Nr 68 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. II: Södermanlands och Östergötlands län. 81 sid.
- Nr 69 Linnér, H., Sundell, G. & Johansson, W. 1974. Arbetsbehov, investering, och årskostnader för olika bevattningssystem. 58 sid.
- Nr 70 Andersson, Ö. 1974. Underhåll av vattendrag. III: Kemisk vegetationsbekämpning. 15 sid.

- Nr 71 Andersson, Ö. 1974. Föroreningsbelastning i vattendrag och risker vid bevattning med förorenat vatten. 33 sid.
- Nr 72 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1974. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. VI: Skaraborgs län. 109 sid.
- Nr 73 Bjerketorp, A. Beräkning av dämningsskurvor enligt Bakhemeteff-Felkels integreringsförfarande. Del I: Introduktion jämte översiktstabell över enhetsdämningssvidder.
- Nr 74 Bjerketorp, A. Beräkning av dämningsskurvor enligt Bakhemeteff-felkels integreringsförfarande. Del II: Detaljtabeller över enhetsdämningssvidder.
- Nr 75 Bjerketorp, A. 1974. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. En preliminär utredning. 56 sid.
- Nr 76 Bjerketorp, A. 1976. Några metoder för avkortad mätning och beräkning av flöde i små vattendrag. Del II: Avkortade metoder vid flygelmätning. Vertikalmedelhastighetsbestämning; Historisk och teoretisk översikt. 2:a uppl.
- Nr 77 Bjerketorp, A. 1976. Rörledningars vattenförande förmåga beräknad på fem olika sätt. Tabeller och kommentarer.
- Nr 78 Bjerketorp, A. 1976. Kyrkogårdsdränering. Uppgifter och kommentarer för övningskurs för landskaparkitekturstuderande. 6:e, över-
sedda uppl.
- Nr 79 Andersson, Ö. 1974. Energiutbyte inom lantbruket, speciellt med avse-
ende på bevattning. 8 sid.
- Nr 80 Bjerketorp, A. 1974. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. Ett yttrande över ett yttrande. 38 sid.
- Nr 81 Johansson, W. 1974. Data om väderlek och agrohydrologiska förhållanden vid Uppsala 1931-1960 och Ultuna 1961-1973.
- Nr 82 Berglund, G., Johansson, W., Eriksson, J. & Linnér, H. 1974. Resultat av 1973 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 92 sid.
- Nr 83 Bjerketorp, A. 1975. Höjning av nivåerna vid lågvattenföring i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. 3: Ytterligare förslag till värnutformningar. 55 sid.
- Nr 84 Dahlgren, L. 1974. Grundvattentäkter för bevattning. 22 sid.
- Nr 85 Eriksson, J. 1975. Tropiska jorda. Tropiska jordars näringshushållning.

- Nr 86 Andersson-Sundéll, G., Karlsson, A-B. & Linnér, H. 1975. Erfarenheter av bevattningsmaskiner i praktisk drift. 34 sid.
- Nr 87 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1975. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IV: Blekinge, Kristianstads och Malmöhus län. 68 sid.
- Nr 88 Berglund, G., Johansson, W., Eriksson, J. & Linnér, H. 1975. Resultat av 1974 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 86 sid.
- Nr 89 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1976. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. VIII: Västmanlands, Kopparbergs och Gävleborgs län. 82 sid.
- Nr 90 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. & Linnér, H. 1976. Resultat av 1975 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök.
- Nr 91 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1976. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX: Värmlands och Örebro län.
- Nr 92 Sandsborg, J. 1976. Byggnadsgrunder. Dränering av byggnadsgrunder.